

Pengaruh Dosis Inokulum *Marasmius* sp. dan Lama Inkubasi terhadap Kandungan Komponen Serat dan Protein Murni pada Sabut Kelapa Sawit untuk Bahan Pakan Ternak

Endri Musnandar¹

Intisari

Penelitian bertujuan untuk mengetahui dosis inokulum dan lama inkubasi terbaik terhadap kandungan komponen serat (ADF, NDF, selulosa, lignin) dan protein murni. Metode penelitian secara eksperimen dengan menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial, faktor pertama dosis inokulum ($D_{2,5}=2,5\%$; $D_5=5\%$; $D_{7,5}=7,5\%$; $D_{10}=10\%$) dan faktor kedua lama fermentasi ($W_1=1$ minggu, $W_2=2$ minggu, $W_3=3$ minggu, $W_4=4$ minggu). Peubah yang diamati kandungan komponen serat dan protein murni. Data yang diperoleh dianalisa menggunakan analisis varian dilanjutkan uji jarak berganda Duncan (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi yang nyata ($P<.05$) antara dosis inokulum dan lama fermentasi terhadap kandungan komponen serat dan protein murni. Kandungan komponen serat terendah dan efisien dicapai pada kombinasi perlakuan D_3W_3 , dengan kandungan komponen serat yaitu NDF (67,63%), ADF (60,50%), selulosa (45,27%), dan lignin (9,93%) serta protein murni (8,957%).

Kata Kunci : Dosis Inokulum, Lama Inkubasi, Komponen Serat, Protein Murni, Serat Sawit

Abstract

The objective of the experiment was to find out the best inoculum dosage and incubation time for fiber component percentage and true protein percentage. The experiment was arranged by a Completely Randomized Design with factorial pattern 4x4, which the first factor was inoculum dosage ($D_{2,5}=2,5\%$; $D_5=5\%$; $D_{7,5}=7,5\%$; and $D_{10}=10\%$) and the second factor was incubation time ($W_1=1$ week, $W_2=2$ week, $W_3=3$ week, and $W_4=4$ week), the treatment combination were replicated 3 times which component fiber percentage and true protein percentage as parameters. All data were analyzed by analysis of variance followed DMRT. The results of experiment showed that

¹ Staf Pengajar Fakultas Peternakan Universitas Jambi, Jambi

there was significant interaction between inoculum dosage and incubation time on fiber component and true protein percentage. The lowest of fiber component especially lignin and highest true protein percentage were found at D₃V₃ combination treatment, which the fiber componen percentage was NDF (67.63%), ADF (60.50%), selulosa (45.27%), lignin (9.93%), and True protein (8.957%).

Key Words : Inoculum Dosage, Incubation Time, Fiber Component, True Protein, Palm Press Fiber

Pendahuluan

Serat sawit untuk pakan ternak dapat tersedia sepanjang tahun, tidak seperti rumput yang terkendala oleh musim. Namun, pemanfaatan serat sawit sebagai bahan pakan ternak sangat terbatas karena terkendala kandungan serat terlalu tinggi yaitu NDF (84,6%), ADF (66,5%), dan Lignin (21,3%) (Jalaludin, 1994). Lignin merupakan antinutrisi bagi ternak, yaitu selain mengganggu pencernaan juga dapat menurunkan nilai gizi bahan pakan.

Lignin dapat diuraikan oleh lignase, suatu enzim yang dapat dihasilkan oleh jamur yang memiliki sifat lignophilik. Jamur *Marasmius* sp. termasuk jamur lignophilik yang baru diidentifikasi di Indonesia sehingga belum begitu populer pemanfaatannya. Jamur *Marasmius* sp. termasuk jamur busuk putih, tumbuh baik pada suhu 30°C dengan kelembaban 60-70% pada suasana aerob. Pada suasana tersebut serta pe-

nambahan nitrogen jamur *Marasmius* sp. mampu mereput lignin (Hendritomo, 1995).

Tingkat kemampuan jamur dalam mendegradasi serat berbeda-beda tergantung pada dosisnya, selain itu lama pemeraman/inkubasi juga akan menentukan tingkat degradasi suatu bahan. Oleh karena itu perlu dosis yang tepat dengan waktu yang sesuai akan diperoleh tingkat degradasi yang maksimal.

Sabut sawit yang merupakan salah satu tempat tumbuh mikroba diharapkan dapat difermentasi oleh enzim yang dihasilkan mikroba tersebut. Proses biofermentasi oleh *Marasmius* sp. diharapkan dapat merombak struktur kimia dan jaringan dinding sel. Hasil penelitian Santosa (1996) menunjukkan bahwa fermentasi jerami padi oleh jamur tiram putih dapat menurunkan kandungan komponen serat seperti lignin, selulosa, dan hemiselulosa pada jerami padi.

Materi dan Metode

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikologi PPAU Ilmu Hayati-ITB, Bandung serta analisis sampel dilakukan di Balai Penelitian Bioteknologi dan Tanaman Pangan, Bogor.

Inokulum yang telah dipersiapkan dimasukkan ke dalam media sabut kelapa sawit yang sudah steril masing-masing 2,5% (D_{2,5}), 5% (D₅), 7,5% (D_{7,5}), 10% (D₁₀) dari bobot substrat. Kemudian diinkubasikan yaitu 1 minggu (W₁), 2 minggu (W₂), 3 minggu (W₃), 4 minggu (W₄).

Setiap minggu, pada setiap botol perlakuan diambil cuplikan sebanyak \pm 20 gram. Cuplikan yang telah kering ditimbang dan dianalisis kandungan komponen serat dan protein murninya. Kandungan komponen serat yaitu NDF (Neutral Detergent Fiber), ADF (Acid Detergent Fiber), selulosa, hemi-selulosa, dan lignin diperoleh menggunakan metode Van Soest (1966). Kandungan protein murni, menggunakan metoda HPLC

Rancangan yang digunakan adalah rancangan Acak lengkap pola faktorial 4x4. Faktor pertama adalah dosis inokulum, masing-masing 2,5% (D_{2,5}), 5% (D₅), 7,5% (D_{7,5}), dan 10% (D₁₀) dari bobot sabut kelapa sawit. Faktor kedua yaitu lama inkubasi 1 minggu

(W₁), 2 minggu (W₂), 3 minggu (W₃), dan 4 minggu (W₄). Data dianalisis dengan sidik ragam, dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (Steel dan Torrie, 1989).

Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan NDF

Rataan kandungan NDF pada setiap perlakuan tercantum dalam Tabel 1.

Hasil uji menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan D₁₀W₃ dan D_{7,5}W₃ nyata (P<.05) lebih rendah dari perlakuan lainnya, kecuali D₁₀W₄ dan D_{7,5}W₄. Kondisi ini karena diameter miselium jamur maupun kon-sentrasinya terus bertambah sesuai dengan bertambahnya dosis inokulum dan lama inkubasi sampai dosis 7,5% dengan lama inkubasi 3 minggu. Setelah itu kosentrasi miselium mulai jenuh sehingga kandungan NDF juga relatif tetap.

inokulum rendah dan lama inkubasi cepat, kandungan NDF masih tinggi sebab produksi enzim dari jamur rendah dan waktu reputnya tidak mencukupi. Namun setelah dosis ditingkatkan menjadi 7,5% dengan lama inkubasi 3 minggu, kandungan NDF paling rendah. Berarti saat tersebut merupakan dosis inokulum dan lama inkubasi yang

Tabel 1. Rataan Kandungan NDF pada Kombinasi Perlakuan

Lama Inkubasi	Dosis inokulum (%)				Rataan W
	D _{2,5}	D ₅	D _{7,5}	D ₁₀	
W ₁	78,70 ^{aA}	73,97 ^{bA}	70,93 ^{cA}	69,14 ^{dA}	73,12
W ₂	76,60 ^{aB}	72,80 ^{bA}	69,12 ^{bB}	67,29 ^{cB}	71,46
W ₃	71,98 ^{aC}	70,26 ^{bB}	67,33 ^{cC}	66,65 ^{cB}	69,06
W ₄	69,43 ^{aD}	67,51 ^{bC}	66,70 ^{bC}	66,43 ^{bB}	67,52
Rataan D	74,18	71,13	68,52	67,37	70,33

Keterangan: Superskrip Huruf Kecil yang Berbeda pada Baris dan Huruf Kapital yang Berbeda pada Kolom yang Sama Menunjukkan Berbeda Nyata Taraf 5%.

optimum untuk penurunan kandungan NDF sabut kelapa sawit, karena pada kondisi tersebut dicapai kandungan NDF yang terendah.

Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan ADF

Dosis inokulum maupun lama inkubasi, baik secara mandiri maupun interaksi berpengaruh nyata ($P < .05$) terhadap kandungan ADF. Hal ini berarti dosis inokulum dan lama inkubasi ber-sinergi secara positif menurunkan

kandungan ADF. Kondisi ini karena bertambahnya dosis inokulum dan lama inkubasi sampai batas tertentu akan meningkatkan cepatnya miselium menutupi substrat, sehingga enzim yang dihasilkan semakin banyak dan waktu untuk memasuki jaringan serat mencukupi, karena itu kandungan ADF sabut kelapa sawit makin rendah.

Tabel 2, menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan D_{7,5}W₃ dan D₅W₄ kandungan ADF

Tabel 2. Rataan Kandungan ADF pada Kombinasi Perlakuan

Lama Inkubasi	Dosis inokulum (%)				Rataan W
	D _{2,5}	D ₅	D _{7,5}	D ₁₀	
W ₁	72,83 ^{aA}	66,17 ^{bA}	63,17 ^{cA}	59,87 ^{dA}	65,51
W ₂	70,45 ^{aB}	65,62 ^{bA}	62,11 ^{cA}	59,77 ^{dA}	64,49
W ₃	65,88 ^{aC}	65,55 ^{aA}	60,57 ^{bB}	60,53 ^{bA}	63,13
W ₄	63,01 ^{aD}	61,02 ^{bB}	59,81 ^{cB}	60,11 ^{bcA}	60,99
Rataan D	68,04	64,59	61,41	60,32	63,53

Keterangan : Superskrip Huruf Kecil yang Berbeda pada Baris dan Huruf Kapital yang Berbeda pada Kolom yang Sama Menunjukkan Berbeda Nyata Taraf 5%.

mulai turun setelah itu relatif tetap. Kondisi ini karena penurunan kandungan ADF tidak selamanya terjadi, namun sejalan dengan pertumbuhan miselium dan produksi enzim. Menurut Paterson (1985), produk akhir fermentasi serat adalah asam asetat, asam laktat, etanol, asam format, CO₂ dan H₂. Konsentrasi CO₂ serta asam-asam yang meningkat akan menghambat pertumbuhan jamur aerob, sehingga degradasi ADF juga melambat.

Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Selulosa

Rataan kandungan selulosa pada setiap perlakuan tertera pada Tabel 3. Hasil analisis ragam menunjukkan terdapat interaksi yang nyata ($P < .05$) antara dosis inokulum dengan lama inkubasi terhadap kandungan selulosa. Berarti dosis inokulum dan lama inkubasi secara bersinergi dapat menurunkan kandungan selulosa dalam substrat. Tabel 3 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan D_{7,3}W₄ berbeda nyata ($P < .05$) dengan kombinasi perlakuan lain tapi tidak berbeda dengan kombinasi perlakuan D₁₀ pada tiap lama inkubasi.

Kandungan selulosa dalam sabut kelapa sawit dapat turun

karena direput oleh jamur *Marasmius* sp. Jamur *Marasmius* sp. mampu mendegradasi selulosa menjadi lebih sederhana karena dapat menghasilkan enzim selulase (Blanchette, 1994). Enzim selulase terdiri dari kompleks ekso-glukanase, endoglukanase dan β -glukosidase yang dapat mereput selulosa menjadi glukosa untuk pertumbuhan jamur sebagai sumber karbon (Garraway dan Evans, 1984 seta Beguin dan Aubert, 1992).

Dosis inokulum tinggi dan lama inkubasi yang panjang akan meningkatkan konsentrasi miselium dalam substrat. Konsentrasi miselium yang optimum akan memproduksi enzim selulase yang lebih banyak sehingga kandungan selulosa substrat menurun. Terdapat hubungan positif antara pertumbuhan dan produksi enzim (Kasim, dkk., 1985), berarti semakin tinggi pertumbuhan atau konsentrasi miselium, semakin tinggi produksi enzim. Namun pada fase tertentu, pertumbuhan miselium akan melambat ketika sumber energi semakin habis. Hasil penelitian ini menunjukkan penurunan kandungan selulosa yang terbaik pada dosis inokulum 7,5% dengan lama inkubasi 3 minggu.

Tabel 3. Rataan Kandungan Selulosa pada Kombinasi Perlakuan

Lama Inkubasi	Dosis inokulum (%)				Rataan W
	D _{2,5}	D ₅	D _{7,5}	D ₁₀	
W ₁	54,40 ^{aA}	49,33 ^{bA}	46,50 ^{cA}	45,46 ^{dA}	48,92
W ₂	53,80 ^{aA}	49,71 ^{bA}	46,50 ^{cA}	44,96 ^{dA}	48,74
W ₃	50,09 ^{aB}	49,13 ^{bA}	45,27 ^{cB}	45,67 ^{cA}	47,4
W ₄	48,07 ^{aC}	46,50 ^{bB}	44,87 ^{cB}	45,27 ^{cA}	46,17
Rataan D	51,59	48,67	45,78	45,34	47,81

Keterangan : *Superskrip Huruf Kecil yang Berbeda pada Baris dan Huruf Kapital yang Berbeda pada Kolom yang Sama Menunjukkan Berbeda Nyata Taraf 5%.*

Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Lignin

Rataan kandungan lignin pada setiap perlakuan dosis inokulum dan lama inkubasi disajikan pada Tabel 4.

Berdasarkan data pada Tabel 4 tampak bahwa rataan kandungan lignin yaitu 11,37%, jauh lebih rendah dari kandungan lignin pada sabut sawit tanpa

perlakuan yaitu 21-23% (Musnandar, 2003).

Terdapat interaksi yang nyata ($P < .05$) antara dosis inokulum dan lama inkubasi terhadap kandungan lignin. Berarti dosis inokulum dan lama inkubasi secara bersama-sama bersinergi menurunkan kandungan lignin sabut kelapa sawit.

Tabel 4. Rataan Kandungan Lignin pada Kombinasi Perlakuan

Lama Inkubasi	Dosis inokulum (%)				Rataan W
	D _{2,5}	D ₅	D _{7,5}	D ₁₀	
W ₁	14,50 ^{aA}	12,47 ^{bA}	11,80 ^{bA}	11,67 ^{bA}	12,55
W ₂	12,57 ^{aB}	11,60 ^{abAB}	11,03 ^{bA}	11,10 ^{bAB}	11,55
W ₃	11,20 ^{aC}	11,40 ^{aB}	9,93 ^{bB}	9,97 ^{bC}	10,62
W ₄	11,20 ^{aC}	10,57 ^{abB}	10,67 ^{abAB}	10,07 ^{bBC}	10,62
Rataan D	12,37	11,51	10,86	10,62	11,37

Keterangan : *Superskrip Huruf Kecil yang Berbeda pada Baris dan Huruf Kapital yang Berbeda pada Kolom yang Sama Menunjukkan Berbeda Nyata Taraf 5%.*

Tabel 4 menunjukkan bahwa kandungan lignin terendah adalah pada kombinasi perlakuan

dosis inokulum 7,5% dan lama inkubasi 3 minggu yang berbeda secara nyata ($P < .05$) dengan

seluruh kombinasi perlakuan lainya kecuali kombinasi perlakuan D_{7,5}W₄ dan D₁₀W₄.

Tabel 4 tampak bahwa pada dosis inokulum yang tinggi kandungan lignin akan menurun sesuai dengan lamanya inkubasi. Hal ini karena bertambahnya dosis inokulum dan lama inkubasi sampai batas tertentu menyebabkan pertumbuhan miselium lebih cepat, enzim bekerja optimum, sehingga pertumbuhan jamur relatif lebih cepat. Proses metabolisme yang mengarah pada pertumbuhan jamur yang meningkat, selanjutnya akan berpengaruh terhadap proses reput yang semakin meningkat (Hendritomo, 1995).

Bila diperhatikan penurunan kandungan lignin mirip dengan pola penurunan kandungan selulosa. Hal ini karena jamur juga harus mereput lignin yang biasanya melapisi selulosa yang menyusun mikrofibril. Menurut Beguin dan Aubert, (1992) lignin bersama dengan selulosa dan juga hemiselulosa membentuk suatu maktriks menyusun mikrofibril. Untuk mendapatkan selulosa, jamur juga harus mereput lignin, selanjutnya selulosa dihidrolisis menjadi gula. Salah satu hasil dari metabolisme gula oleh jamur adalah enzim peroksidase yang potensial untuk mereput lignin

(Perez dan Jeffries, 1990 disitasi Hendritomo, 1995).

Hasil dengan kombinasi perlakuan terbaik (D_{7,5}W₃) yaitu kandungan lignin menurun dari 21% menjadi 9,933% atau menurun sekitar 52,7%, namun setelah itu kandungan lignin tidak mengalami perubahan. Kondisi ini karena lignin yang tersisa adalah lignin yang terletak di sudut sel yang sulit direput. Menurut Blanchette, (1994) lignin yang terletak di sudut sel akan direput paling akhir apabila di dinding sel sudah tidak terdapat lignin.

Reput lignin yang melambat setelah mendapat kombinasi perlakuan D_{7,5}W₃, juga disebabkan oleh efek negatif dari rangkaian reput lignin. Menurut Reid (1994) reput lignin dan selulosa menghasilkan senyawa kuinon dan selulosa, selanjutnya selulosa direput oleh CBQase menjadi senyawa mudah larut (Janshekar dan Fiechter, 1983).

Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Protein Murni

Terdapat interaksi nyata (P<.05) antara dosis inokulum dan lama inkubasi terhadap kandungan protein murni. Dengan demikian dosis inokulum dan lama inkubasi secara bersama-sama mempengaruhi kandungan protein murni.

Tabel 5 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan terbaik adalah D₁₀W₃ yang berbeda nyata (P<.05) lebih tinggi dari kombinasi perlakuan lainnya kecuali D_{7,5}W₃, D_{2,5}W₄, D₅W₄, D_{7,5}W₄. Dengan

demikian dapat dilakukan perlakuan D₃W₃ yang memberikan kandungan protein murni 8,96%. Berarti kandungan protein murni biomasa meningkat 94,36% dari tanpa perlakuan.

Tabel 5. Rataan Kandungan Protein Murni pada Kombinasi Perlakuan

Lama Inkubasi	Dosis inokulum (%)				Rataan W
	D _{2,5}	D ₅	D _{7,5}	D ₁₀	
W ₁	6,30 ^{cC}	6,37 ^{cB}	8,20 ^{aBC}	7,83 ^{bB}	7,17
W ₂	6,31 ^{cC}	7,60 ^{bC}	8,02 ^{aC}	7,55 ^{bB}	7,37
W ₃	6,90 ^{cB}	7,99 ^{bAB}	8,96 ^{aA}	9,26 ^{aA}	8,28
W ₄	8,67 ^{aA}	8,39 ^{aA}	8,59 ^{aAB}	7,80 ^{bB}	8,36
Rataan D	7,04	7,59	8,44	8,00	7,77

Keterangan : Superskrip Huruf Kecil yang Berbeda pada Baris dan Huruf Kapital yang Berbeda pada Kolom yang Sama Menunjukkan Berbeda Nyata Taraf 5%.

Peningkatan kandungan protein murni pada kombinasi perlakuan D_{7,5}W₃, karena dosis inokulum yang tinggi dan lama inkubasi yang memadai, akibatnya jamur akan tumbuh cepat. Dalam pertumbuhannya jamur mempergunakan karbon serta nitrogen untuk komponen sel tubuh (Garraway dan Evans, 1984), sehingga semakin padat konsentrasi miselium akibat pertumbuhan jamur makin banyak nitrogen tubuh (Protein murni).

Peningkatan kandungan protein murni dalam biomasa yang sejalan dengan pertumbuhan jamur karena pada tubuh jamur terdiri dari elemen yang mengandung nitrogen. Menurut

Garraway dan Evans (1984), dinding sel jamur mengandung 6,3% protein, sedangkan membran sel pada jamur yang berhiphae mengandung protein 25-45%, dan karbohidrat 25-30%. Selain itu, enzim yang dihasilkan oleh jamur juga berupa protein.

Tabel 5 menjelaskan bahwa protein murni meningkat hanya sampai dosis 7,5% dengan lama inkubasi 3 minggu, setelah itu mendatar. Kondisi ini disebabkan pertumbuhan jamur relatif sudah lambat karena selulosa dan lignin yang dapat direput sebagai sumber energi sudah habis, terbukti kandungan selulosa dan lignin pada saat itu tidak berubah (Tabel 4).

Kesimpulan

Dosis inokulum 7,5 % dan lama inkubasi 3 minggu merupakan kombinasi yang paling baik dengan menghasilkan kadar serat sabut sawit yang rendah yaitu Lignin (9,93%), protein murni (8,96%), NDF (67,3%), ADF (60.57%), dan selulosa (45.27%).

Daftar Pustaka

- Beguín, P and J.P. Aubert. 1992. Cellulases. Encyclopedia of Microbiol. Vol. 1. Academic Press, Institut- Paris.
- Blanchette, R.A. 1994. Degradation of the lignocellulose complex in wood. Can. J. Bot. 73:S999-S1010.
- Garraway, M.D. and R.C. Evans. 1984. Fungal Nutrition & Physiology. John Wiley & Sons, Singapore.
- Hendritomo, H.I. 1995. Efektivitas jamur CULH (Colombia Unidentified Lignophilic Hymenomyces) dalam mendegradasi lignoselulosa kayu albasia (*Albizia falcataria* L. Fosberg) pada berbagai sumber nitrogen dan konsentrasi Mn^{2+} yang dipersiapkan untuk proses biopulp. Tesis. Institut Teknologi Bandung.
- Irawadi, T.T. 1990. Pemanfaatan limbah kelapa sawit sebagai media pertumbuhan kapang penghasil enzim extra selular. Fakultas MIPA IPB-Bogor.
- Jalaludin, S. 1994. Feeding systems based on oil palm by products. Improving animal Production Systems Based on Local feed Resources. Proceeding of a Symposium 7th AAAP Animal Science Congres.
- Janshekar, H. and A. Fiechter. 1983. Lignin : Biosynthesis, application and biodegradation. In Chan, Y.Y. Pentoses and Lignin. Advances biochemical engineering/ biotechnology. Springer Verlag, New York.
- Joetono. 1989. Degradasi Bahan Lignoselulosik Menjadi Kompos. Pusat Antar Universitas Bioteknologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Kassim, E.A., I.M. Ghazi, and Z.A. Nagieb. 1985. Effect of pretreatment of cellulosic waste on the production of cellulase enzymes by *Trichoderma reesei*. J. of Ferment. Technol 6(3):129-193.
- Lakoni, E.B. 1998. Evaluasi ransum komplit dengan bahan baku limbah kakao dan kelapa sawit pada ternak sapi pedaging (in vitro). Seminar

- hasil-hasil penelitian LP-IPB Rayon Fak. Peternakan IPB, Bogor.
- Paterson, A. 1989. Biodegradation of lignin and cellulosic materials. *in* Biotechnology for Livestock Production. Animal Production and Health Division, FAO. Plenum Press.
- Reid, I.D. 1994. Biodegradation of lignin. *Can. J. Bot.* 73:-S1011-S1018.
- Rusdi, U. D. 1992. Fermentasi konsentrat campuran bungkil biji kapok dan onggok serta implikasi efeknya terhadap pertumbuhan ayam Broiler. Disertasi, UNPAD-Bandung.
- Santosa, U. 1996. Efek jerami padi yang difermentasi oleh jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) terhadap penggemukan sapi jantan Peranakan Ongol. Disertasi, UNPAD Bandung.
- Steel, R.G. dan H.J. Torrie. 1984. Prinsip dan prosedur statistik. Suatu pendekatan biometrik. Alih bahasa B. Sumantri. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sternberg, D. 1976. Production of cellulase by *Trichoderma*. In C.R. Wilke (ed.) Biotechnology and Bioengineering Symposium No.6. Wiley- Interscience, New York.
- Sutedjo, M.M., A.G. Kartasapoetra, Rd.S. Sastroatmodjo. 1991. Mikrobiologi Tanah. Cetakan 1. Penerbit Rineka Cipta.
- Tillman, A.D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo, S. Prawirolusumo dan S. Lebdosoekojo. 1998. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Cetakan Keenam. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.